

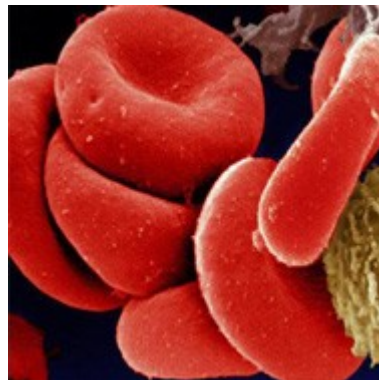


Los Eritrocitos

Los eritrocitos o glóbulos rojos son las células mas abundante de toda la economía, posee un pigmento que es la hemoglobina la cual se liga de manera reversible con el oxígeno, transportándolo hacia los tejidos, también contiene gran cantidad de anhidrasa carbónica que cataliza la reacción entre el dióxido de carbono y el agua, de esa manera transporta el el dióxido de carbono hacia los pulmones en forma de bicarbonato.

Los eritrocitos tienen forma de discos bicóncavos, pero esa forma puede variar enormemente, adoptando cualquier forma sin modificar la estructura de la membrana ni romperla.

Su concentración es de 5 millones en el varón y 4 ½ millones en la mujer



Formación de los eritrocitos

En el primer trimestre los glóbulos rojos primitivos nucleados se producen en el saco vitelino, en el segundo trimestre se forman principalmente en el hígado, también participa el bazo y los ganglios linfáticos, en el ultimo trimestre se producen principalmente en la médula ósea.

La médula ósea de casi todos los huesos producen eritrocitos hasta llegar a los cinco años de edad, luego la médula ósea de los huesos largos se va convirtiendo en grasa y deja de producir hematíes, después de los 20 años los eritrocitos se forman en la médula ósea de los huesos membranosos (vértebras, esternón, costillas, hueso iliaco), esta médula ósea se vuelve menos productiva conforme aumenta la edad.

Las etapas de diferenciación de los glóbulos rojos son:

- Proeritroblasto.
- Eritroblasto basófilo.
- Eritroblasto policromatófilo.
- Eritroblasto ortocromático.

- Reticulocitos.
- Eritrocitos.

Para logra una buena diferenciación se requiere de un buen aporte de hierro, ácido fólico, vitamina B12, su carencia afecta la maduración y ritmo de producción. La vitamina B12 y el ácido fólico son importantes en la maduración final, son esenciales para la síntesis del ADN, ya que son precisas para la síntesis de trifosfato de tiamina, uno de los constituyentes esenciales del ADN, las células eritroblásticas de la médula ósea además de no ser capaces de proliferar rápidamente, se transforman en megaloblastos (células mal formadas, pueden transportar oxígeno, pero su fragilidad reduce su tiempo de vida a la mitad o tercera parte de lo normal). El hierro es muy importante en la formación de la hemoglobina.

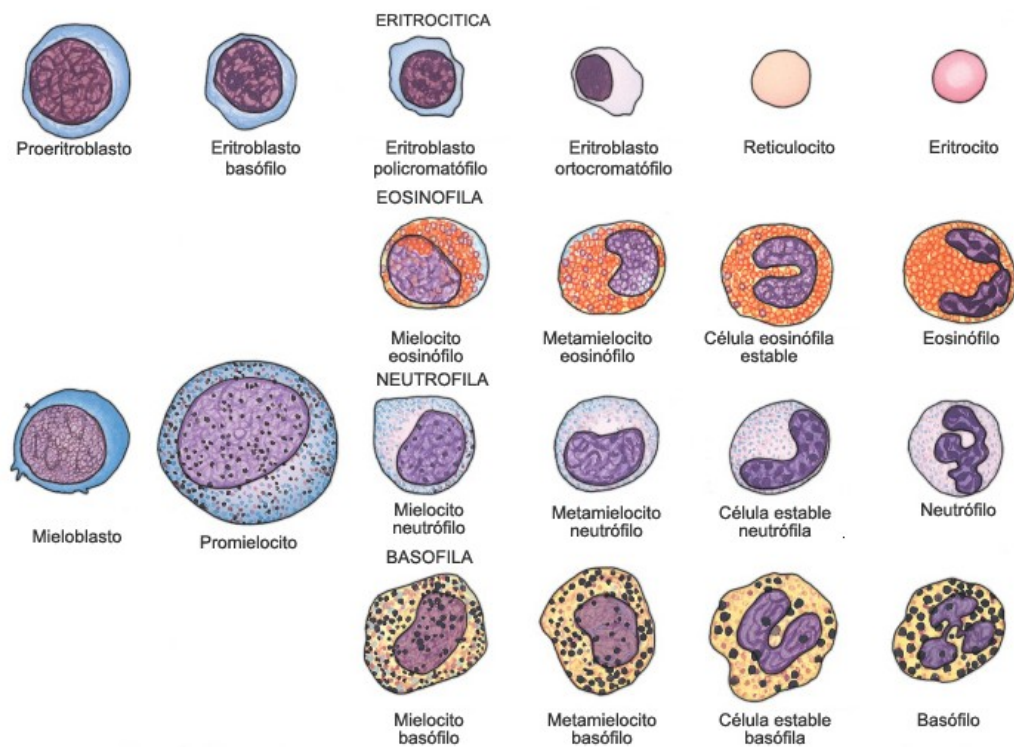
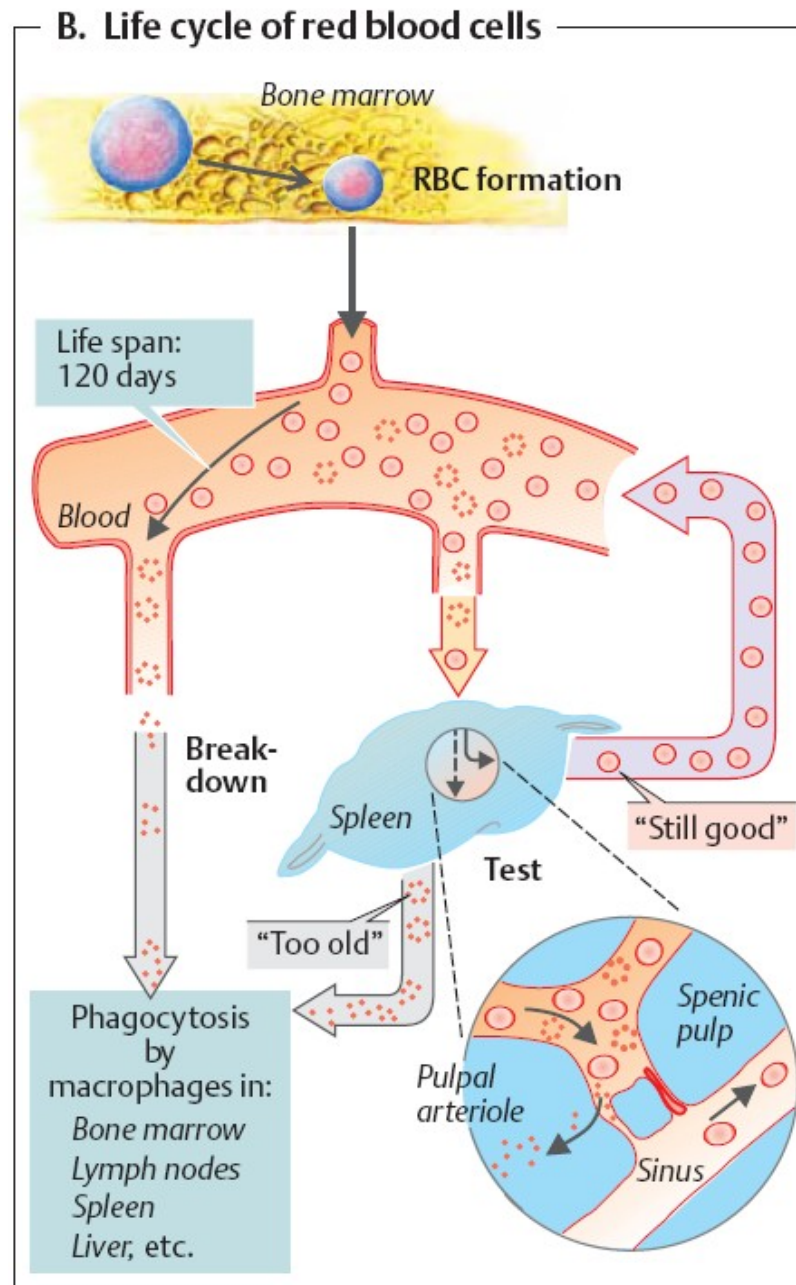


Fig. 10-16. Esquemas de células precursoras en la formación de eritrocitos y granulocitos. Los mieloblastos y promielocitos intermedios en la formación de eosinófilos, neutrófilos y basófilos no se diferencian en los tres tipos de células.



Regulación de la producción de eritrocitos

La masa total de hematíes está regulada dentro de límites muy estrechos, tiene el número preciso para suministrar una oxigenación tisular suficiente, el cual es el principal regulador. Cualquier situación que induzca un descenso de la cantidad de oxígeno transportado a los tejidos suele provocar un aumento en la

producción de glóbulos rojos, ejemplo, en una anemia la médula ósea comienza a producir grandes cantidades de eritrocitos. La



Facultad de Ciencias de la Salud
Fisiología Humana

Dr. Rodríguez Villaizán

destrucción de grandes porciones de médula ósea (por ejemplo con la radiación) induce hiperplasia de la médula ósea restante.

El principal factor que estimula la producción de glóbulos rojos es la eritropoyetina (hormona glucoproteica), si está ausente, aún la hipoxia no tiene efecto estimulante o su efecto es poco significativo. La hipoxia induce el aumento de la producción de esta hormona. El 80 a 90 % de toda la eritropoyetina es de origen renal y el resto se forma principalmente en el hígado.

Los glóbulos rojos circulan durante 120 días antes de ser destruidos.

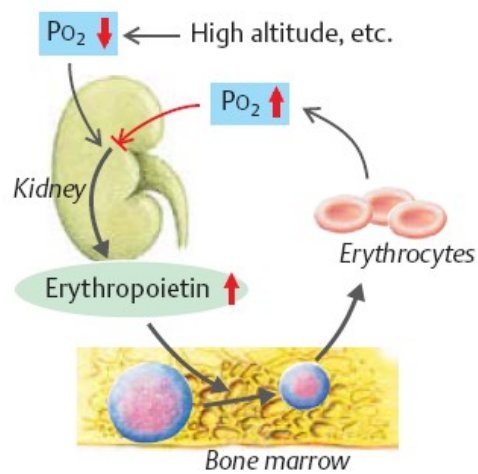
Los eritrocitos son células que no tiene núcleo, tampoco tiene mitocondrias ni retículo endoplásmico, contienen enzimas citoplasmáticas capaces de metabolizar la glucosa por el proceso glucolítico, formando pequeñas cantidades de ATP, el cual va a tener un papel muy importante para:

- Conservar la flexibilidad de la membrana celular.
- Asegurar el transporte de iones de la membrana.
- Conservar el hierro de la hemoglobina en su forma ferrosa en lugar de la férrica (que causa la formación de metahemoglobina, incapaz de transportar oxígeno).
- Evitar la oxidación de las proteínas de los eritrocitos.

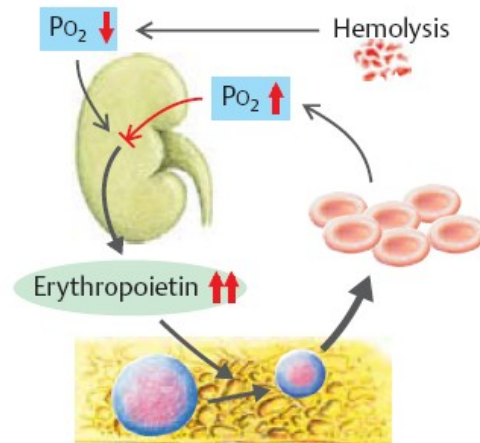
Estos sistemas metabólicos son cada vez menos activos con el tiempo, cuando las células envejecen resultan cada vez más frágiles, por que sus procesos vitales se desgastan. Cuando la membrana celular es muy frágil se rompe al pasar por un lugar muy estrecho (principalmente a nivel del bazo).

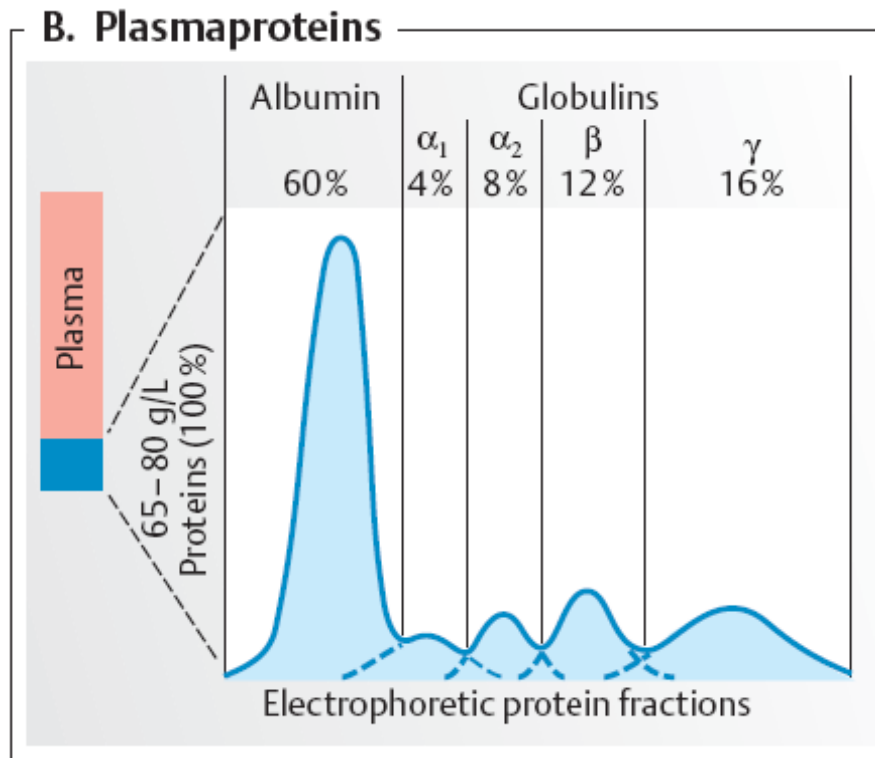
A. Regulation of RBC production

1 Hypoxia



2 Hemolysis





Anemia

La anemia significa una deficiencia de glóbulos rojos, producto de una pérdida demasiado rápida o una producción lenta. Se pueden distinguir algunas formas de anemia:

- Anemia por pérdida de sangre: después de una hemorragia rápida, el cuerpo sustituye el plasma perdido en una a tres días, quedando una concentración baja de hematíes, la que se normaliza en tres a cuatro semanas.
Cuando hay pérdida crónica de sangre, muchas veces no se puede absorber suficiente por el intestino para formar hemoglobina, se producen entonces eritrocitos con muy poca hemoglobina, lo que origina una anemia microcítica hipocrómica.
- Anemia aplásica: se produce por una falta de funcionamiento de la médula ósea.
- Anemia megaloblástica: la carencia de vitamina B12, ácido fólico y el factor intrínseco de la mucosa gástrica, puede ser la causa de una producción muy lenta de los eritoblastos en la médula ósea y estas se vuelven demasiado grandes y de forma extraña y se les llama megaloblastos, con membranas frágiles que se rompen fácilmente.
- Anemia hemolítica: diversas anomalías de los glóbulos rojos hacen que las células sean muy frágiles, se rompen con facilidad, teniendo una vida breve.



Grupos Sanguíneos

Se ha encontrado en la superficie de la membrana de glóbulo rojo un mínimo de 30 antígenos (Ag) comunes y varios cientos de antígenos poco frecuentes, que pueden originar reacciones Ag-Ac. La mayoría de ellos son débiles, su importancia principal radica en el estudio de la herencia de genes.

Hay dos tipos especiales de antígenos que muestran gran tendencia a causar reacciones por transfusión (sistema ABO y el sistema Rh).

Sistema ABO

En la superficie de los eritrocitos hay dos tipos de antígenos (A y B), dada la forma como se heredan puede no tener ninguno o tener uno de los dos.

En el plasma de las personas que no poseen estos Ag existen potentes anticuerpos (Ac) que reaccionan específicamente contra su Ag y provoca una aglutinación de estos.

Los antígenos de los tipos A y B se denominan aglutinógenos, los anticuerpos plasmáticos que induce la aglutinación se denominan aglutininas.

La sangre se va a clasificar en cuatro grupos sanguíneos:

- Grupo O: el 47 % de la población.
- Grupo A: el 41 %.
- Grupo B: el 9 %.
- Grupo AB; el 3 %.

Los genes de dos cromosomas vecinos determinan los grupos sanguíneos. El gen de tipo O carece de función o es mínima, no origina aglutinógenos de tipo O en las células o produce un aglutinógeno débil sin significancia. Los genes de tipo A y B producen en las células aglutinógenos potentes.

Genotipo	Tipo de sangre	Aglutinógeno	Aglutininas
OO	O	-	anti A, anti B
OA - AA	A	A	anti B
OB - BB	B	B	anti A
AB	AB	A y B	-

Las combinaciones de genes se llaman genotipo y pueden ser seis y las personas pueden poseer solo uno de ellos.



Sistema Rh

En este sistema para que las aglutininas se desarrollen, las personas deben exponerse primero en forma masiva al Ag Rh (ejemplo en una transfusión o con un hijo con el Ag).

Hay seis tipos comunes con el Ag Rh y cada uno se denomina factor Rh y son: C,D,E,c,d,e. El D es el más abundante y el mas antigénico (se denominará Rh positivo, los que no lo presentan serán Rh negativo).

En las personas con Rh negativo pueden producirse reacciones transfusionales por los otros antígenos del sistema Rh que son mucho más débiles.

Se desarrollan con mucha lentitud aglutininas anti Rh, que alcanzan su concentración máxima en dos a cuatro meses luego de la exposición, esta respuesta inmune varía de una persona a otra quedando fuertemente sensibilizado al factor Rh.

Receptor	Donante							
	O-	O+	B-	B+	A-	A+	AB-	AB+
AB+	X	X	X	X	X	X	X	X
AB-	X		X		X		X	
A+	X	X			X	X		
A-	X				X			
B+	X	X	X	X				
B-	X		X					
O+	X	X						
O-	X							